

碩士學位請求論文

環境變化에 따른 濟州島 越冬 鳥類
群集構造 分析

指導教授 朴 行 信



濟州大學校 教育大學院

生物教育專攻

康 學 喆

1995年 8月

環境變化에 따른 濟州島 越冬 鳥類 群集構造 分析

指導教授 朴 行 信

이 論文은 教育學 碩士學位 論文으로 提出함.

1995年 7月 日

濟州大學校 教育大學院 生物教育專攻

提出者 康 學 喆



康學喆의 教育學 碩士學位 論文을 認准함.

1995年 8月 日

審査委員長 印

審査委員 印

審査委員 印

摘 要

본 연구는 1993년 10월부터 1995년 2월까지 2년간에 걸쳐 10월에서 이듬해 2월까지 동계 기간 동안 성산포 양어장과 창홍동 양어장을 중심으로 월동 조류의 군집 조사를 통해 환경 변화에 따른 종수 및 개체수 변동을 분석하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. 조사 기간 동안 두 지역에서 관찰된 월동조류는 모두 8목 13과 42종이었으며, 성산포 양어장은 8목 10과 29종, 창홍동 양어장은 8목 13과 37종이었고, 공통종은 24종으로 두 지역의 유사도가 0.727로 두 지역간 종구성은 유사하다고 볼 수 있으나 근래에 들어 성산포의 양어장의 급속한 환경의 변화에 따라 '95년 2월에는 크게 낮아졌다.

2. 월별 개체수의 분포는 10월부터 증가하고 2월이 되면서 감소하는 추세로 보이는데 성산포 양어장은 '93년 동계 기간보다 '94년 동계 기간에는 종수 및 개체수가 급격히 감소하였으나 창홍동 양어장은 '93년 동계보다 '94년 동계 기간이 증가하는 추세를 보였다.

3. 우점도는 대체적으로 성산포 양어장 보다 창홍동 양어장에서 높게 나타났다. 성산포 양어장에서는 홍머리오리 *Anas penelope*가 우점종으로 나타났고 다음으로 알락오리 *Anas strepera* 순위였다. 창홍동 양어장에서는 흰뺨검둥오리 *Anas poecilorhycha*, 알락오리 *Anas strepera*, 홍머리오리 *Anas penelope* 등이 월별에 따라 우점종으로 나타났다.

4. 월별 종다양도와 균등도는 '93년 동계에는 대체로 창홍동 양어장이 높고 성산포 양어장이 낮게 나타났으나 '94년 동계에는 상반된 결과를 나타내 환경의 변화에 따라 종다양도와 균등도에 영향이 미쳤다고 볼 수 있었다.

5. 철새 도래지의 환경의 변화는 월동 해조류의 군집 분포에 변동을 가져옴으로써 월별 종수, 개체수, 유사도, 우점도, 종다양도 및 균등도에 커다란 영향을 주었다. 특히 성산포 양어장인 경우 환경 변화가 심하여 월동 조류의 종수 및 개체수의 감소가 뚜렷하게 나타났다. 따라서 철새 도래지의 보전에 철저한 관리 대책을 마련하는 데 많은 노력이 있어야 하겠다.

目 次

I. 序 論	1
II. 調査地 및 調査方法	2
1. 調査地の 概要	2
1) 城山浦 養魚場	2
2) 昌興洞 養魚場	3
2. 調査日程	3
3. 調査方法	3
4. 群集構造의 分析	4
III. 結果 및 考察	6
1. 種 構成 및 類似度	6
2. 優占度 및 優占種	9
3. 種多樣度	11
4. 均等度	12
參考文獻	14
Summary	16

表 目 次

Table 1. Monthly individual number and relative density of the wintering birds observed at Sungsan-po fish farm.	18
Table 2. Monthly individual number and relative density of the wintering birds observed at Changheungdong.	20

그 립 目 次

Fig. 1. Map of the Cheju Island. The arrows show the survey regions.	22
Fig. 2. Map of the Sungsan-po fish farm. Black circles indicate observation point for birds.	22
Fig. 3. Map of the Changheungdong fish farm.	22
Fig. 4. Monthly species number of the birds observed at the survey areas.	23
Fig. 5. Monthly individual number of the birds observed at the survey areas. (maximum individual number)	24
Fig. 6. Monthly similarity of the birds observed at the survey areas.	25
Fig. 7. Monthly dominance of the birds observed at the survey areas.	26
Fig. 8. Monthly species diversity of the birds observed at the survey areas.	27
Fig. 9. Monthly evenness of the birds observed at the survey areas.	28

I. 序 論

제주도는 한반도와 격리되어 있고 기후상도 다양하게 나타나고 있어, 이동성이 많은 조류(鳥類)에 대해서는 환경에 따른 다양한 변화가 예상된다. 지금까지 발표된 제주도의 조류 연구를 보면, 산림 조류의 군집 구조 분석(朴, 1976 ; 朴, 1983 ; 朴과 元, 1985 ; 尹과 朴, 1986 ; 邵와 朴, 1987)이 있다. 그리고 해조류(海鳥類)의 군집 조사 분석으로는 성산포 양어장 내의 동계 조류 조사(朴과 金, 1981), 성산포 양어장과 창홍동 양어장을 중심으로 한 월동 조류 조사(金, 1985), 신흥리 양어장과 용수리 양어장을 중심으로 한 조류 조사(朴과 梁, 1988), 황새목 분포에 관한 연구(高와 朴, 1990), 도요목 분포에 관한 연구(姜 등, 1993) 등이 있는데, 이들 연구 보고들은 주로 종과 개체수의 분포 자료를 이용하여 군집 구조 분석을 하였으나, 환경 변화에 따른 생태학적 측면에서의 연구는 이루어지지 않았다.

더구나 한반도의 서남단에 위치한 제주도는 동북아 지역의 철새 이동 도상에 자리하는 중요한 도래, 기착, 월동 및 번식지가 되고 있는 곳이다(朴, 1986). 대표적인 철새 도래지로서는 남제주군 성산읍 오조리 성산포 양어장과 북제주군 구좌읍 하도리 창홍동 양어장을 들 수 있다. 이 두 지역간의 거리는 약 6 Km밖에 떨어져 있지 않아, 어느 한 지역에 환경적 변화가 생기면 두 지역간의 월동 해조류(海鳥類)의 군집 분포에 상당한 영향이 미치리라 예상된다. 한편, 권(1993)의 보고에 따르면 생태계의 변화로 인하여 일정 지역에 나타나는 각 종의 수를 제한하는 요인과 이들 제한 요인이 한해 어느 시기에 영향을 미치게 되는 데, 이는 월동 해조류의 군집 변동에 중요하게 작용할 것이다. 또한 인간의 간섭과 산업 활동으로 인해 철새 도래지에 대한 생태계의 파괴가 가속화되어 가고 있음에 따라, 이들 지역에서 월동하는 조류는 큰 타격을 받게 될 것이라고 했는데, 근래에 들어서 성산포 양어장인 경우는 양어장내 보호 어망이 설치되었으며 수문의 개통 및 관개 단지 진입 도로

개설로 인해 교통량의 증대하여 환경의 변화를 초래하고 있다.

본 연구는 철새 도래지의 보존에 대한 지속적인 연구의 일환으로서, 성산포 양어장과 창흥동 양어장을 조사 대상 지역으로 선정하여 환경 변화에 따른 월동 해조류의 군집 구조 변동을 예측함으로써, 철새 도래지의 보전을 위한 대책과 앞으로 개발되는 지역의 자연 환경을 보전하기 위한 생태학적 기초 자료를 제공하고자 했다.

II. 調查地 및 調查方法

1. 調查地의 概要

1) 城山浦 養魚場

성산포 양어장은 행정구역상 남제주군 성산읍 오조리에 위치하며 위도 상으로는 동경 126° 55' 20", 북위 33° 27' 15"이며 제주도에서는 가장 동쪽에 위치하고 있다(Fig. 1, 2). 양어장의 면적은 약 30ha으로, 약 20ha가 수면이고, 약 10ha는 사구와 갈대 숲의 습지 및 퇴적층의 암반으로 되어 있다. 이 곳의 환경은 동으로 일출봉을 낀 육지면으로 둘러싸여 있고 서쪽으로는 촌락과 근접해 있으며 서북쪽으로는 해발 60.2m인 식산봉으로 연결되는 평탄한 지형을 이루고 있다. 남쪽으로는 퇴적층의 지형으로 평탄한 지면이 갈대숲의 습지를 이루고 있고 북쪽은 방파제로 경계되어 있고 제주도에서는 제일 깊숙한 만(灣)을 이루고 있다(金, 1985). 양어장내 깊은 곳의 평균 수심은 120cm로 양식 어종으로는 송어, 넙치 등을 양식하고 있고 조류의 먹이가 되는 계류 및 고동류 등과 구멍갈파래, 파래 등의 해조류(海藻類)가 서식하고 있다. 그리고 최근에는 만(灣) 북쪽 부근에 제방으로 경계를 지어 수문을 통하여 바닷물의 유출입을 조절하고 있고 폭 12m의 관광 진입 도로가 개통되었다.

2) 昌興洞 養魚場

창흥동 양어장은 행정구역상 북제주군 구좌읍 하도리 창흥동에 위치하고 위도상으로는 동경 126° 53' 50", 북위 33° 30' 30" 에 위치하고 성산포 양어장과는 북서쪽으로 6Km정도 떨어져 있으며 만의 입구는 북동쪽을 향하고 있으며 폭 12m인 방파제가 있어 바람과 파도를 막아 주고 있다(Fig. 1, 3). 양어장 면적은 약 25ha이며 약 13ha가 수면이고 7ha는 사구와 습지로 이루어져 있다(高와 朴, 1990). 그리고 양어장 내의 저질은 사질이며 동쪽에는 해발 165.3m인 지미봉이 있고 서쪽에는 촌락과 근접해 있고 남쪽에는 퇴적층의 지형으로 평탄한 지면에 경작지와 갈대숲의 습지를 이루고 있으며 양어장 곳곳에는 샘이 솟아 만으로 유입되고 있다. 양어장 내의 수심은 평균 40cm이며 이곳에는 송어, 향어를 양식하고 있고 조류의 먹이가 되는 게류, 고동류, 갯지렁이 등의 저서 무척추 동물과 구멍갈파래, 파래 등의 해조류(海藻類)가 서식하며 부들, 갈대, 천일사초, 새섬메자기 등의 정수 식물과 줄말 등의 침수식물이 분포하고 있어 월동 조류의 좋은 서식처 및 휴식처가 되고 있다.

2. 調査日程

1993년 10월부터 1995년 2월까지 동계 기간 동안 월 2회 오전 9시부터 12시까지와 12시부터 오후 15시까지로 구분하여 창흥동 양어장과 성산포 양어장을 교대로 조사하였다.

3. 調査方法

성산포 양어장인 경우 지형적 특성을 고려하여 Point count 법(Bibby 등, 1992)으로 관찰이 용이한 5개소(Fig. 2)를 설정하여 관찰하였고, 창흥동 양어장인 경우는 주위를 보행하면서 Line Transect법(Colin 등, 1992)으로 관찰하였다. 관찰 도구로는 쌍안경(X 20)과 망원경(Nikon 40 X D = 60P)을 사용하였으며 조사 기간에 관찰한 한 종에 대한 월

별 개체수는 조사 회수에 관계없이 1회 조사에서 가장 많이 관찰된 수치를 택하였다. 관찰된 종명은 한국의 조류(원, 1993)에 따랐다.

4. 群集構造의 分析

두 조사 지역에서 관찰된 조류의 군집 구조는 종구성, 유사도, 우점도, 상대밀도, 종다양도 및 균등도 등으로 분석하였다(Odum, 1971).

1) 유사도(Similarity)

두 지역의 군집 유사성을 측정하기 위하여 Sørensen(1948)의 유사도 지수를 이용하였다.

$$CC_s = \frac{2C}{A+B}$$

(A : 표본 A에 포함되는 종수, B : 표본 B에 포함되는 종수, C : 표본 A, B의 공통 종수)

2) 우점도(Dominance)

조사지의 월별로 우점도를 알기 위해 Simpson(1949)의 우점도 지수(λ)를 이용하였다.

$$\lambda = \frac{\sum n_i(n_i - 1)}{N(N - 1)}$$

(n_i 는 종 i 의 개체수, N는 총개체수)

3) 상대밀도(Relative density)

하나의 종이 군집 내에서 종간의 밀도 관계를 알기 위해 상대밀도(R.D.)를 다음과 같이 산출하였다.

$$R.D. = \frac{N_i}{A}$$

(N_i 는 i 종의 개체수이고, A 는 조사 지역 내에서 개체수가 가장 많은 종의 개체수이다)

4) 종다양도(Species diversity)

조사지 내의 다양성을 알기 위해 Shannon(1949)의 종다양도 지수 (H)를 이용하였다.

$$H = -\sum P_i \log P_i$$

(P_i : n_i/N , 종 i 에 나타난 총개체수의 비)

5) 균등도(Evenness)

종별 개체 분포 현황의 균일성을 나타내는 의미로 Shannon 지수를 이용하여 Pielou(1966)의 균등도 지수(e)를 구하였다.



$$e = \frac{H}{\log S}$$

제주대학교 중앙도서관
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

(H : Shannon 지수, S : 종수)

Ⅲ. 結果 및 考察

1. 種 構成 및 類似度

본 조사에서 관찰된 월동 조류는 총 8목 13과 42종이었다. 지역별로 보면 성산포 양어장에서 8목 10과 29종, 창홍동 양어장에서 8목 13과 37종이 관찰되었고, 공통종은 24종으로 나타났다(Table 1, 2).

각 조사지의 월별 종수의 변화를 보면, 성산포 양어장의 경우 '93년 10월에 6종에서 증가하기 시작하여 '94년 1월에 20종으로 최대 종수를 이루었다가 점차 도거를 시작함에 따라 감소하였으며, '94년 10월에 6종에서 증가하기 시작하여 12월에 18종으로 최대 종수가 되었다가 점차 감소하였다. 창홍동 양어장의 경우 '93년 10월에 9종에서 증가하기 시작하여 12월에 23종으로 최대 종수를 이루었다가 점차 감소하였으며, '94년 10월에 17종에서 증가하기 시작하여 12월에 25종으로 증가한 후 점차 감소 추세를 보였다(Fig. 4).

본 조사 결과로 보아 월동 조류가 제주도에 도래하는 시기는 10월로 나타나고 도거가 시작되는 시기는 1월 및 2월경으로 사료된다.

성산포 양어장에서는 창홍동 양어장에 비해 텃새오라기 *Ixobrychus sinensis*, 흰뺨오리 *Biceps clangula*, 물닭 *Fulica atra*, 갈매기 *Larus canus* 등 4종이 더 관찰되었고, 해오라기 *Nycticorax nycticorax*, 흑로 *Egretta sacra*, 흑부리오리 *Tadorna tadorna*, 원앙 *Aix galericulata*, 황조롱이 *Falco tinnunculus*, 쇠물닭 *Gallinula chloropus*, 꼬마물떼새 *Charadrius dubius*, 흰물떼새 *C. alexandrinus*, 개짱 *Pluvialis squatarola*, 멧물떼새 *P. squatarola*, 송곳부리도요 *Limicola falcinellus*, 딱딱도요 *Tringa ochropus*, 깃작도요 *T. hypoleucos*, 뒷부리장다리물떼새 *Himantopus himantopus* 등 14종이 관찰되지 않았다.

성산포 양어장에서의 조사 결과를 차과 금(1981) 및 금(1985)의 보고와 비교하면 텃새오라기 *I. sinensis*, 중대백로 *Egretta alba modesta*,

중백로 *E. intermedia*, 저어새 *Platalea minor*, 흰뺨오리 *B. clangula*, 비오리 *Mergus merganser*, 물수리 *Pandion haliaetus*, 마도요 *Numenius arquata* 등 8종이 더 관찰되었고, 해오라기 *N. nycticorax*, 흑로 *E. sacra*, 아메리카 홍머리 *Anas americana*, 흑부리오리 *T. tadorna*, 솔개 *Milvus migrans*, 쇠물닭 *G. chloropus*, 땃기물떼새 *V. vanellus*, 민물도요 *Calidris alpina* 등 8종은 관찰되지 않았다.

창흥동 양어장에서 조사 결과를 김(1985)과姜 등(1993)의 보고와 비교하면 중대백로 *E. modesta*, 중백로 *E. alba intermedia*, 원앙 *A. galericulate*, 청머리오리 *A. falcate*, 비오리 *M. merganser*, 물수리 *P. haliaetus*, 황조롱이 *F. tinnunculus*, 쇠물닭 *G. chloropus*, 마도요 *N. arquata*, 뒷부리장다리물떼새 *H. himantopus*, 백할미새 *Motacilla alba lugens* 등 11종이 더 관찰되었고, 김(1985)에서 관찰되었던 텃밭해오라기 *I. sinensis*, 노랑부리백로 *Egretta euophotes*, 바다비오리 *Mergus serrator*, 흰목물떼새 *Charadrius placidus*, 좁도요 *C. ruficollis*, 민물도요 *C. alpina*, 갈매기 *L. canus* 등 7종은 관찰되지 않았다.

본 조사에서 관찰된 저어새 *P. minor*는 과거의 보고들과 달리 성산포 양어장에서 '94년 1월에 15개체, 창흥동 양어장에서 '94년 12월과 '95년 2월에 11개체씩 각각 관찰되었는데, 이는 중요한 생태학적 결과였다. 저어새 *P. minor*는 세계적 희귀 조류로서 최근 한반도에서는 경기도 김포군 월곶면 보구곶리 한강 하류의 유도에서 번식하는 것이 밝혀진 바 있어(Won, 1994), 본 조사지에서 단 한번 관찰되었던 원앙 *A. galericulata*과 함께 멸종 위기에 처해 있기 때문에 두 지역에서 이들 종에 대한 보호 방안이 마련되어야 할 것이다. 그리고 뒷부리장다리물떼새 *H. himantopus*는 우리 나라에서는 미조(迷鳥)로 알려져 있는 종(원, 1993)으로 '94년 12월에 1개체가 창흥동 양어장에서 처음으로 관찰된 제주도 미기록 종이였다.

각 조사지의 월별 개체수의 변화를 보면, 성산포 양어장의 경우 '93년 10월에 83개체에서 증가하기 시작하여 '94년 1월에 3,121개체로 최대치를 이루었다가 점차 감소하였으며, '94년 10월에 33개체에서 증가하기 시작하여 12월에 907개체로 최대치를 이루었다가 점차 감소하였다. 창

홍동 양어장의 경우 '93년 10월에 205개체에서 점차 증가하기 시작하여 12월에 1,327개체로 최대치를 이루었다가 점차 감소하였으며, '94년 10월에 1,385개체에서 12월에 6,249개체로 급증하였다가 크게 감소하였다 (Fig. 5). '93년 10월부터 11월까지의 두 지역에서 큰 차이가 없었으나, 12월부터 '94년 2월까지의 金(1985)의 보고와 같이 성산포 양어장에서 개체수가 많았다. 그러나 '94년 동계에는 성산포 양어장의 경우 개체수가 크게 감소된 반면, 창홍동 양어장에서는 개체수가 약 5배의 증가를 보였는데 이는 성산포 양어장내의 시설물, 수문개설 그리고 차량통행이 많아짐으로 인한 환경의 변화로 개체수의 변동이 심하게 나타났을 것으로 사료된다.

월별 유사도를 보면, '93년 10월에 0.400으로 가장 높았고 12월과 '94년 1월에 0.349로 가장 낮았으며, '95년 1월에 0.394로 가장 높았고 2월에 0.063으로 가장 낮았다 (Fig. 6). 두 지역의 월별 유사도의 최대치와 최저치의 차가 '93동계에는 0.051로 큰 차이가 없었으나, '94년 동계에는 0.331로 큰 차이가 나타났다.

이와 같은 현상은 성산포 양어장내 보호 그물망 설치, 양어장 내에서 파래 채취로 인한 인간의 간섭 활동, 북쪽에 새로 개설된 성산 관광단지 진입로 개설로 인한 교통량의 증가, 그리고 우도항 여객선 및 비정기적인 선박들의 출입과 소음으로 인한 성산포 양어장의 환경 변화가 월별 유사도에 커다란 영향을 미쳤으리라 사료된다.

반면, 창홍동 양어장은 남쪽 지역의 전분공장의 폐쇄에 따른 오염물질의 감소로 월동 조류가 월동하는 데 적합한 환경이 이루어졌다. 따라서 두 지역의 환경 변화는 월동지를 성산포 양어장에서 인근 창홍동 양어장으로 옮김으로써 창홍동 양어장에서의 종수 및 개체수가 증가했다고 사료된다. 이러한 결과는 환경 변화가 생겼을 때 조류는 월동지에서 체식과 휴식을 할 수 없어 다른 곳으로 이동한다는 보고(권, 1993)와 일치한다고 볼 수 있어서, 이에 대하여는 지속적인 조사가 이루어져야 할 것이다.

2. 優占度 및 優占種

본 조사에서 나타난 우점도를 보면, 성산포 양어장의 경우 '93년 10월에 0.542로 가장 높았고 12월에 0.307로 가장 낮았으며, '95년 1월에 0.422로 가장 높았고 '94년 11월에 0.232로 가장 낮았다. 창흥동 양어장의 경우 '94년 2월에 0.592로 가장 높았고 '93년 10월에 0.214로 가장 낮았으며, '95년 1월에 0.551로 가장 높았고 '94년 11월에 0.280으로 가장 낮았다(Fig. 7). 두 지역의 월별 우점도의 최대치와 최저치의 차를 보면, 성산포 양어장의 경우 '93년 동계에는 0.235로 높았고 '94년 동계에는 0.190으로 낮게 나타났으며, 창흥동의 양어장의 경우 '93년 동계에는 0.378로 높았고 '94년 동계에는 0.271로 낮게 나타나 두 지역 모두 '93년 동계보다 '94년 동계에서 낮게 나타났다. 또한 '93년 동계에는 두 지역간의 월별 우점도가 큰 차이를 보였으나 '94년 동계에는 큰 차이가 없었다.

이러한 결과는 성산포 양어장의 경우 '93년 동계에는 홍머리 오리 *A. penelope*, 알락오리 *A. strepera*, 청등오리 *A. platyrhynchos* 등이 비교적 많은 개체로 도래하여 이들 종이 다른 종에 비해 상대밀도가 높아 우점도가 높은 반면, '94년 동계에는 이들 종의 상당수의 개체가 창흥동 양어장으로 월동지를 옮긴 것으로 사료되어 상대밀도가 낮아 우점도가 낮아졌다. 반면, 창흥동 양어장의 경우 '93년 동계에는 흰뺨검둥오리 *A. poecilorhycha*의 개체수는 많으나, 다른 종들은 비교적 적은 개체수가 도래하였기 때문에 우점도가 높았고 '94년 동계에는 비교적 적은 개체수를 이루었던 홍머리오리 *A. penelope*, 알락오리 *A. strepera*, 청등오리 *A. platyrhynchos* 등의 개체수가 많이 도래함에 따라 우점도가 낮아졌다. 한편, 金(1985)의 보고에 의하면, 창흥동 양어장보다 성산포 양어장에서 우점도가 높은 반면, 본 조사 결과는 '94년 1월부터 창흥동 양어장에서 높게 나타나 대조를 이루었다. 이것은 성산포 양어장의 환경 변화로 인해 인근 지역인 창흥동 양어장으로 이들 개체가 이동하여 성산포 양어장에서 우점도가 낮아진 것으로 사료된다.

각 조사지의 우점종을 보면, 성산포 양어장의 경우 '94년 10월에 논병

아리 *P. ruficollis* 와 '95년 2월에 물닭 *F. atra*을 제외하고는 조사 기간 동안 대부분이 홍머리오리 *A. penelope*가 최우점종을 이루었고 그 다음으로 알락오리 *A. strepera*순으로 나타났다(Table 1). 창흥동 양어장의 경우, 조사 기간중 최우점종은 '93년 10월과 '94년 11월에 홍머리오리 *A. penelope*, '95년 1월과 2월에 알락오리 *A. strepera*, 그외 대부분의 조사 기간에는 흰뺨검둥오리 *A. poecilorhycha*가 차지하였다(Table 2). 이와 같이 인근 두 지역의 우점종이 다른 이유는 '93년 동계에는 홍머리오리 *A. penelope*, 알락오리 *A. strepera* 등이 월동지로서 창흥동 양어장보다 성산포 양어장을 선호했으나 '94년 동계에는 이들 종이 창흥동 양어장을 더 선호하였기 때문이다. 특히 흰뺨검둥오리 *A. poecilorhycha*인 경우 노출된 물이나 해상에서 인간의 접근을 피하는 습성(원, 1981)이 있어 관광객 등 사람들의 출입이 많은 성산포 양어장보다 인간의 간섭이 적은 창흥동 양어장을 선호하는 경향도 한 요인이 된다고 사료된다.

한편 성산포 양어장의 경우, 하과 금(1981)의 보고에 의하면, '81년 1월에 뚝구렁지 *Aythya fuligula*가 600개체로 최우점종이었고 '81년 2월에 쇠오리 *A. crecca*가 150개체로 홍머리오리 *A. penelope* 다음으로 많이 도래하였다. 또 금(1985)은 '84년 10월부터 '85년 2월까지 홍머리오리 *A. penelope*를 최우점종으로 보고하였다. 특히 '84년 12월에 쇠오리 *A. crecca*가 70개체로 홍머리오리 *A. penelope*와 물닭 *F. atra* 다음으로 많은 것으로 보고되었다. 그러나 본 조사 기간중 뚝구렁지 *A. fuligula*는 20~60개체로 현저하게 감소하였고, 쇠오리 *A. crecca*는 '94년 2월에 1개체만이 관찰되었다. 이러한 결과는 뚝구렁지 *A. fuligula* 및 쇠오리 *A. crecca*가 성산포 양어장에서 월동에 장애를 받고 있어 다른 지역으로 도래했을 것으로 사료된다.

그리고 성산포 양어장에서 관찰되는 물닭 *F. atra*은 창흥동 양어장에서 관찰되지 않았고 이와는 반대로 창흥동 양어장에서 관찰된 흑부리오리 *T. tadorna*는 성산포 양어장에서 관찰되지 않았다. 이는 물닭 *F. atra*은 잠수성이 강하여 수심이 다소 깊은 곳을 선호하는 반면 흑부리오리 *T. tadorna*는 얕은 물가에서 먹이를 찾는 습성(원, 1981)에 기인한

것이다. 왜냐 하면 성산포 양어장은 창흥동 양어장보다 평균 수심이 깊고 노출된 사지(砂地)는 사람들의 출입이 잦은 반면, 창흥동 양어장은 수심이 얇고 노출된 사지(砂地)가 넓으며 사람들의 출입이 상대적으로 적기 때문이라 사료된다. 또한 이들 중은 향후 서식지 환경의 변화에 따라 월동지를 옮길 소지가 있기 때문에 이들 중의 지속적인 관찰과 서식지 보호가 이루어져야 할 것이다.

3. 種多樣度

본 조사에서 나타난 월별 종다양도를 보면, 성산포 양어장의 경우 '93년 12월에 0.751로 가장 높았고 10월에 0.412로 가장 낮았으며, '94년 12월에 0.751로 가장 높았고 '95년 2월에 0.501로 가장 낮았다. 창흥동 양어장의 경우 '93년 12월에 0.838로 가장 높았고 '94년 2월에 0.466으로 가장 낮았으며, '94년 11월에 0.651로 가장 높았고 '95년 1월에 0.458로 가장 낮았다(Fig. 8). 두 지역의 월별 종다양도의 최대치와 최저치의 차를 보면, 성산포 양어장의 경우 '93년 동계에는 0.324로 높았고 '94년 동계에는 0.250으로 낮게 나타났으며, 창흥동의 양어장의 경우 '93년 동계에는 0.372로 높았고 '94년 동계에는 0.193으로 낮게 나타나 두 지역 모두 '93년 동계보다 '94년 동계에서 낮게 나타났다.

월별 종다양도의 변화를 보면, '93년 10월부터 12월까지는 창흥동 양어장에서 높게 나타났으나 '94년 1월부터 2월까지와 10월부터 '95년 1월까지 성산포 양어장에서 높게 나타났다가 '95년 2월에는 다시 창흥동 양어장에서 높게 나타났다. 한편, 金(1985)의 보고에서는 '84년 10월부터 '85년 2월까지 창흥동 양어장에서 종다양도가 성산포 양어장보다 높게 나타났다. 이러한 차이는 상대밀도가 높은 홍머리오리 *A. penelope*, 알락오리 *A. strepera* 등이 성산포 양어장에서 '93년 동계보다 '94년 동계에는 개체수가 감소된 반면, 창흥동 양어장에서 현저하게 증가하였기 때문에 상대적으로 월별 종다양도는 성산포 양어장에서는 높아졌고 창흥동 양어장에서는 낮아졌다. 한편, 창흥동 양어장은 사지(砂地)가 많고 개류, 고동류, 갯지렁이 등의 저서무척추 동물이 분포하

고 있어 도요류 서식에 알맞아(姜 등, 1993), 통과조인 도요류가 많은 것도 종다양도에 영향을 주는 한 요인이 되었다고 사료된다.

4. 均等度

본 조사에서 나타난 월별 균등도를 보면, 성산포 양어장의 경우 '93년 11월에 0.625로 가장 높았고 '94년 2월에 0.474로 가장 낮았으며, '94년 10월에 0.699으로 가장 높았고 '95년 1월에 0.507로 가장 낮았다. 창흥동 양어장의 경우 '93년 10월에 0.779로 가장 높았고 '94년 2월에 0.379로 가장 낮았으며, '94년 11월에 0.485로 가장 높았고 '95년 1월에 0.358로 가장 낮았다.(Fig. 9). 두 지역의 월별 균등도의 최대치와 최저치의 차를 보면, 성산포 양어장의 경우 '93년 동계에는 0.151로 낮았고 '94년 동계에는 0.192로 높게 나타났으며, 창흥동의 양어장의 경우 '93년 동계에는 0.400으로 높았고 '94년 동계에는 0.127로 낮게 나타났다.

두 지역의 월별 균등도를 비교해 보면, '93년 10월에는 성산포 양어장보다 창흥동 양어장에서 높게 나타났으나 11월과 12월에는 비슷하게 나타났다가 '94년 1월과 2월 및 '94년 동계에는 창흥동 양어장보다 성산포 양어장에서 높게 나타났다. 성산포 양어장의 경우 '93년 10월에서 11월까지의 증가는 점차 감소하여 '94년 2월에 최저치를 보였으며, '94년 10월에 최대치를 이루었다가 점차 감소하여 '95년 1월에 최저치를 보인 후 2월에는 증가하였다. 창흥동 양어장의 경우 '93년 10월에 최대치를 보였다가 점차 감소하여 '94년 2월에 최저치를 보였으며, '94년 10월에서 11월까지는 증가 추세를 보였다가 점차 감소하여 '95년 1월에 최저치를 보인 후 2월에는 다시 증가하였다.

이러한 현상은 성산포 양어장의 경우 '93년 동계에서 상대밀도가 높았던 홍머리오리 *A. penelope*, 알락오리 *A. strepera* 등이 '94년 동계에는 이들 종의 개체수가 감소하여 균등도가 높아졌고, 창흥동 양어장의 경우 '93년 동계에는 흰뺨검둥오리 *A. poecilorhycha*, 홍머리오리 *A. penelope*, 알락오리 *A. strepera* 등의 개체수가 적은 반면, '94년 동계에

는 이들 개체수가 크게 증가하여 월별 균등도가 낮게 나타났다.

그러나 金(1985)의 보고에 따르면 성산포 양어장보다 창흥동 양어장이 균등도가 높은 현상을 보였다. 이는 서식지 환경의 변화가 균등도에 상당한 영향을 주었기 때문이라 사료되며, 향후 조류의 군집 분포에 영향을 미치는 다양한 환경 요인을 계속적으로 연구할 필요가 있다.

본 연구의 조사 대상 지역인 성산포 양어장과 창흥동 양어장은 한반도의 서남단의 동북아 지역의 철새 월동 도래, 기착, 휴식 및 번식지로 중요한 구실을 하는 곳이다. 그러나 본 조사에서 나타난 것과 같이 인위적인 서식 환경 변화는 조류의 생태에 있어서 종수 및 개체수의 감소 등에 커다란 영향을 주고 있다. 그리고 창흥동 양어장에서는 성산포 양어장에서 감소된 개체가 창흥동 양어장으로 유입되는 것으로 사료되는데, 이는 권(1993)의 보고에서도 지적했듯이 조류의 밀도가 증가하면 각 개체의 먹이 섭취율이 감소하기 때문에 생존의 기회가 감소할 것으로 예상된다. 따라서 밀도 및 먹이 섭취율, 습성 등의 차이에 따라 생태계의 불균형을 초래해 두 지역 모두 환경 변화에 따른 월동지를 옮길 소지가 있을 것으로 사료된다. 특히 성산포 양어장의 경우는 '94년 겨울부터 개체수가 급격히 감소하여 도래지 보존이 시급하다고 사료된다.

월동하는 도래종과 개체수의 감소를 방지하기 위해 성산포 양어장 내의 어망을 철거하고 양어장 내로 유입되는 각종 폐수, 농약, 가정 하수 등 오염원을 근절시키는 물론 인근 도로의 차량 통행시 경적 소리를 제한시켜야 하며, 특히 동계 기간에는 두 지역에 대한 철저한 철새 보호 관리 계획을 세워 최적의 월동지로 보존시켜 나갈 수 있도록 지속적인 연구가 이루어져야 할 것이다.

參 考 文 獻

1. 韓國文獻

<單行本>

권기정(1993), 낙동강 하구의 조류상(유속도 남단), 낙동강 하류 천새도래지 생태계 학술조사보고서, pp. 87-131.

朴行信·元炳旣(1985), 漢拏山 山林鳥類의 群集構造 調査 分析 研究, 漢拏山 天然保護地區 學術調査 報告書, pp. 481-522.

원병오(1993), 한국의 조류, 교학사.

<論文>

姜貞心·吳弘植·朴行信(1993), 濟州島 도요目 分布에 관한 研究, 濟州大學校環境研究論文集, 1 : 33-54.

高尚範·朴行信(1990), 濟州島 황새目 分布에 관한 研究, 濟州大學校科學教育, 7 : 7-22.

金東哲(1985), 濟州島의 海鳥類 群集構造에 관한 研究, 碩士學位論文, 濟州大學校 教育大學院.

朴行信(1976), 濟州島의 夏季鳥類 調査(I), 제주대학교양논문집, 5 : 205-217.

朴行信(1983), 濟州島 漢拏山 山林鳥類의 群集構造에 관한 分析的 研究, 博士學位論文, 慶熙大學校 大學院.

朴行信(1984), 漢拏山 北斜面 山林鳥類의 群集構造에 관한 研究, 濟州大學校論文集, 19 : 172-184.

朴行信·金源澤(1981), 城山浦 養漁場內의 冬季鳥類調査, 濟州大學校海資研報, 5 : 55-61.

朴行信·梁貞姬(1988), 濟州島 海岸鳥類의 群集構造에 관한 分析, 자연보존, 64 : 37-43.

邵大珍·朴行信(1987), 漢拏山 山林鳥類의 群集에 관한 研究, 濟州大學校科學教育, 4 : 93-126.

尹元錫·朴行信(1986), 漢拏山 南斜面の 鳥類 群集 構造에 관한 研究, 濟州大學
校科學教育, 3 : 37-66.

<기타 文獻>

朴行信(1986), 濟州島 鳥類의 保護와 管理, 濟州道研究, 3 : 379-383.

원병오(1981), 한국농식물도감 : 동물편(조류 생태), 문교부.

2. 東洋文獻

<기타 文獻>

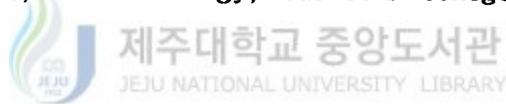
Won, Pyong-Oh(1994), Recent discovery of black-faced spoonbill
breeding in south Korea, Asian Wetland News, 7(2) : 24.

3. 西洋文獻

<單行本>

Bibby, C. J., Burgess, N. D., and Hill, D. A.(1992), Bird Census
Techniques, Academic Press, pp. 66-84.

Odum, E. P.(1971), Basic Ecology, Saunders college publishing, pp.
408-428.



<論文>

Shannon, C. E. & Weaver, W.(1949), The Mathematical Theory of
Communication, University of Illinois Press, Urbana, p. 177.

Simpson, E. H.(1949), Measurement of diversity, Nature, 163 : 688.

Sørensen, T.(1948), A method of establishing groups of equal amplitude
in plant society based on similarity of species content, K. Danske
Vidensk. Selsk., 5 : 1-34.

Summary

Analysis of the Wintering Birds Community Structure According to Environmental Change, Cheju Island

Kang, Hak-Chul

Biology Education Major

*Graduate School of Education, Cheju National University,
Cheju, Korea*

Supervised by Professor Park, Haeng-Shin

This study had analyzed the environmental fluctuations in species and individuals number through the community survey of the wintering birds at Sungsan-po fish farm and Changheungdong fish farm from October, 1993 to February, 1995. The findings are as follows.

1. The winterig birds observed in the two regions during the survey period were 42 species, 13 families and 8 orders in all. At Sungsan-po fish farm were 29 species, 10 families and 8 orders observed and at Changheungdong fish farm 37 species, 8 orders and 13 families. Common species were 24. The similarity in the two areas was 0.727, so the regional composition of species proved to be similar. However, the similarity stood much lower in February, 1995 because of the recent rapid change of environment at Sungsan-po fish farm.

* A thesis submitted to the Committee of the School of Education.
Cheju National University in Patial fulfillment of the requirements for the
degree of Master of Education in August, 1995.

2. Monthly distribution of individual number increased from October. Yet the individual number decreased in February.

At Sungsan-po fish farm the species and individual number more abruptly decreased in the winter season of 1994 than in the corresponding period of 1993, however, at Changheungdong fish farm those in the 1994 winter season tended to increase.

3. Taken as a whole, the dominance of the birds turned out higher at Changheungdong fish farm than at Sungsan-po fish farm. At Sungsan-po fish farm *Anas penelope* was dominance species, *Anas strepera* second to that. At Changheungdong fish farm *Anas poecilorhycha*, *Anas strepera* and *Anas penelope* took dominance species by months.

4. In the winter season of 1993, monthly species diversity and evenness at Changheungdong fish farm were higher, while they proved to be low at Sungsan-po fish farm. But the opposite result appeared in the 1994 corresponding period, which showed the environmental change influenced the species diversity and evenness.

5. The environment change in the incoming site of the migrating birds had a far-reaching influence on the monthly species number, individuals number, similarity, dominance, species diversity and evenness by bring about an alteration to the community distribution of the wintering seafowls. Above all, in case of Sungsan-po fish farm the heavy change of circumstances resulted in the apparent decrease in species number and number of the wintering birds. In consequence, the complete measure for management should be taken in an effort to preserve the incoming site of the wintering birds.

Table 1. Monthly individual number and relative density of the wintering birds observed at Sungsanpo fish farm.

NO.	종 명	Month ('93.10 ~ '94.2)						Month ('94.10 ~ '95.2)					
		'93.Oct.	Nov.	Dec.	'94.Jan.	Feb.	소계	'94.Oct.	Nov.	Dec.	'95.Jan.	Feb.	소계
1	논병아리 <i>Podiceps ruficollis</i>	10 0.167	15 0.107	32 0.023	8 0.006	8 0.007	73 0.013	20 1.000	150 0.600	78 0.205	19 0.038	40 0.784	307 0.268
2	귀퉁논병아리 <i>Podiceps auritus</i>									5 0.013		1 0.020	6 0.005
3	가마우지 <i>Phalacrocorax filamentosus</i>			108 0.077			108 0.026		2 0.008	37 0.097	43 0.086		82 0.072
4	덤불왜오라기 <i>Ixobrychus sinensis</i>			1 0.001			1 0.000						
5	중대백로 <i>Egretta alba modesta</i>											1 0.020	1 0.001
6	중백로 <i>Egretta intermedia</i>		1 0.007	2 0.001	2 0.001		5 0.001	2 0.100		2 0.005		4 0.078	8 0.007
7	석백로 <i>Egretta garzetta</i>	1 0.017		2 0.001	2 0.001		5 0.001	3 0.150	6 0.024	4 0.011			13 0.011
8	왜가리 <i>Ardea cinerea</i>	2 0.083	2 0.014	2 0.001	1 0.001	1 0.001	8 0.002	1 0.050		7 0.018	2 0.004		10 0.009
9	저어새 <i>Platalea minor</i>				15 0.011		15 0.004			2			
10	청둥오리 <i>Anas platyrhynchos</i>		90 0.643	150 0.107	54 0.039	22 0.020	316 0.077		36 0.144	8 0.021	20 0.040		64 0.056
11	흰뺨검둥오리 <i>Anas poecilorhyncha</i>		3 0.021	100 0.071	18 0.013	6 0.005	127 0.031	2 0.100	3 0.012	44 0.116			49 0.043
12	쇠오리 <i>Anas crecca</i>					1 0.001	1 0.000						
13	참머리오리 <i>Anas falcata</i>			4 0.003	2 0.001		6 0.001			1 0.003			1 0.001
14	알락오리 <i>Anas strepera</i>		30 0.214	610 0.436	1150 0.821	650 0.591	2440 0.595		220 0.880	250 0.658	80 0.160		550 0.490
15	홍머리오리 <i>Anas penelope</i>	60 1.000	140 1.000	1400 1.000	1400 1.000	1100 1.000	4100 1.000	5 0.250	250 1.000	380 1.000	500 1.000	10 0.196	1145 1.000
16	고방오리 <i>Anas acuta</i>		2 0.014	50 0.036	46 0.033	26 0.024	124 0.030		12 0.048	4 0.011	1 0.002		17 0.015
17	넓적부리 <i>Anas clypeata</i>	8 0.133	16 0.114	44 0.031	90 0.064	62 0.056	220 0.054		40 0.160	6 0.016	3 0.006		49 0.043
18	흰죽지 <i>Aythya ferina</i>	2 0.033	4 0.029	32 0.023	28 0.020	18 0.016	84 0.020		10 0.040	12 0.032	2 0.004		24 0.021
20	댕기흰죽지 <i>Aythya fuligula</i>			58 0.041	42 0.030	24 0.022	124 0.030		2 0.008	21 0.055	48 0.096		71 0.062
21	흰뺨오리 <i>Bucephala clangula</i>				1 0.001		1 0.000						
22	비오리 <i>Mergus merganser</i>										1 0.002		1 0.001
23	물수리 <i>Pandion haliaetus</i>			2 0.001	2 0.001		4 0.001			1 0.003	1 0.002		2 0.002
24	물닭 <i>Fulica atra</i>			66 0.047	100 0.071	78 0.071	244 0.060		32 0.128	46 0.121	72 0.144	51 1.000	201 0.170
25	마도요 <i>Numenius arquata</i>									1 0.003			1 0.001
26	재갈매기 <i>Larus argentatus</i>				20 0.014		20 0.005						
27	갈매기 <i>Larus canus</i>			30 0.021	70 0.050		100 0.024						
28	꿩이갈매기 <i>Larus crassirostris</i>			100 0.071	70 0.050		170 0.041		4 0.016				4 0.003
29	백할미새 <i>Motacilla alba lugens</i>			2 0.001			2 0.000		1 0.004		2 0.004		3
	종 수 (Species Number)	6	10	20	20	12	24	6	14	18	14	6	22
	총 개 체 수 (Individuals)	83	303	2795	3121	1996	8298	33	778	907	794	107	2609
	종 다양도 (Species Diversity)	0.412	0.625	0.736	0.638	0.511	0.676	0.544	0.747	0.751	0.581	0.501	0.772
	우 점 도 지 수 (Dominance)	0.542	0.315	0.307	0.341	0.413	0.335	0.388	0.232	0.264	0.422	0.371	0.403
	균 등 도 지 수 (Evenness)	0.529	0.625	0.566	0.490	0.474	0.490	0.699	0.652	0.598	0.507	0.644	0.575

Table 2. Monthly individual number and relative density of the wintering birds observed at Changheungdong fish farms

NO.	종 명	Month ('93.10 ~ '94.2)						Month ('94.10 ~ '95.2)					
		'93.Oct	Nov.	Dec.	'94.Jan.	Feb.	소계	'94.Oct	Nov.	Dec.	'95.Jan.	Feb.	소계
1	논병아리 <i>Podiceps ruficollis</i>		28 0.112	20 0.083	6 0.007	7 0.008	61 0.029	10 0.012	50 0.030	24 0.010	2 0.001	16 0.010	102 0.018
2	가마우지 <i>Phalacrocorax filamentosus</i>	4 0.002	6 0.004	20 0.083	11 0.013	5 0.014	46 0.022	6 0.007	8 0.006	33 0.013	2 0.001	12 0.008	61 0.011
3	해오라기 <i>Nycticorax nycticorax</i>							4 0.005		11 0.004			15 0.008
4	중대백로 <i>Egretta alba modesta</i>							2 0.002	3 0.002				5 0.001
5	중백로 <i>Egretta intermedia</i>	5 0.007	2 0.008			2 0.006	9 0.004	6 0.007	30 0.018	13 0.006			49 0.009
6	소백로 <i>Egretta garzetta</i>		4 0.016	7 0.012	3 0.004	3 0.009	17 0.008	4 0.005	17 0.010	16 0.006		1 0.001	38 0.007
7	흑로 <i>Egretta sacra</i>							1 0.001				1 0.001	2 0.000
8	왜가리 <i>Ardea cinerea</i>	5 0.007	7 0.028	10 0.017	2 0.002	6 0.017	30 0.014	12 0.014	7 0.004	9 0.004	8 0.005	7 0.005	43 0.008
9	저어새 <i>Platalea minor</i>									11 0.004		11 0.007	22 0.004
10	효부리오리 <i>Tadorna tadorna</i>			10 0.017	8 0.010	7 0.020	25 0.012			16 0.004	9 0.006	12 0.008	31 0.006
11	위양 <i>Aix galericulata</i>								1 0.001				1 0.000
12	검둥오리 <i>Anas platyrhynchos</i>	34 0.023	38 0.152	300 0.500	140 0.191	34 0.057	536 0.298	31 0.037	160 0.098	126 0.060	28 0.019	85 0.051	440 0.079
13	흰뺨검둥오리 <i>Anas poecilorhyncha</i>	50 0.069	250 1.000	600 1.000	820 1.000	350 1.000	2070 1.000	830 1.000	1600 0.998	2500 1.000	160 0.107	450 0.290	5540 1.000
14	소오리 <i>Anas crecca</i>	2 0.001		6 0.010	1 0.001	1 0.003	10 0.006		16 0.010	10 0.004	12 0.008	7 0.006	45 0.008
15	청머리오리 <i>Anas falcata</i>								1 0.001	1 0.000			2 0.000
16	알락오리 <i>Anas strepera</i>	34 0.023	22 0.088	36 0.040	26 0.032	4 0.011	122 0.068	80 0.096	1260 0.798	860 0.324	1500 1.000	1550 1.000	5250 0.928
17	홍머리오리 <i>Anas penelope</i>	65 1.000	61 0.244	80 0.133	65 0.079	23 0.026	294 0.142	360 0.284	1640 1.000	2500 0.787	450 0.280	520 0.280	5200 0.939
18	고방오리 <i>Anas acuta</i>		12 0.048	26 0.048	12 0.015	2 0.006	52 0.026	6 0.007	12 0.006	33 0.013	15 0.010	9 0.006	110 0.020
19	넓적부리 <i>Anas clypeata</i>		6 0.024	22 0.027	12 0.015	3 0.009	43 0.022	2 0.002	42 0.016	35 0.013	14 0.009	23 0.015	116 0.021
20	흰죽지 <i>Aythya ferina</i>		5 0.020	10 0.017	14 0.017	3 0.009	32 0.015	10 0.012	18 0.011	15 0.006	4 0.003	6 0.004	53 0.010
21	대기흰죽지 <i>Aythya fuligula</i>		15 0.060	30 0.030	8 0.010	4 0.011	57 0.028	18 0.022	44 0.027	28 0.011	18 0.012	23 0.015	131 0.024
22	비오리 <i>Mergus merganser</i>		3 0.012	20 0.028	1 0.001	2 0.006	26 0.013			5 0.002	3 0.002	6 0.004	14 0.008
23	물수리 <i>Pandion haliaetus</i>		1 0.001		1 0.001		2 0.002		2 0.001	1 0.000	1 0.001	1 0.001	5 0.001
24	황조롱이 <i>Falco tinnunculus</i>								1 0.001				1 0.000
25	쇠물닭 <i>Gallinula chloropus</i>							3 0.004					3 0.000
26	꼬마물떼새 <i>Charadrius dibius</i>				10 0.012		10 0.006						
27	흰물떼새 <i>Charadrius alexandrinus</i>										20 0.013	21 0.014	41 0.007
28	개펄 <i>Plover squatarola</i>											1 0.001	1 0.000
29	망기물떼새 <i>Vanelius vanellus</i>				10 0.017	9 0.011	19 0.009					1 0.001	1 0.000
30	송곳부리도요 <i>Limicola falcinellus</i>				30 0.050		30 0.014						
31	띠띠도요 <i>Tringa ochropus</i>	6 0.002		2 0.003	3 0.004		11 0.006		1 0.001				1 0.000
32	장작도요 <i>Tringa hypoleucos</i>		6 0.024	20 0.033	4 0.006	2 0.006	32 0.015		4 0.002	3 0.001	12 0.008	5 0.003	24 0.004
33	마도요 <i>Numenius arquata</i>		1 0.004	1 0.002	1 0.001		3 0.001			1 0.000		1 0.001	2 0.000
34	뒷부리장다리물떼새 <i>Himantopus himantopus</i>									1 0.000			1 0.000
35	제갈매기 <i>Larus argentatus</i>			15 0.023	1 0.001		16 0.008				1 0.001	1 0.001	2 0.000
36	꿩이갈매기 <i>Larus crassirostris</i>			50 0.083			50 0.024			1 0.000			1 0.000
37	백할미새 <i>Motacilla alba lugens</i>		2 0.008	2 0.006	2 0.002		6 0.003		4 0.002	2 0.001	2 0.001	2 0.001	10 0.002
종 수 (Species Number)		9	18	23	23	17	26	17	22	25	19	26	35
총 개체 수 (Individuals)		205	469	1327	1160	458	3619	1385	4956	6249	2061	2712	17363
종 다양도 (Species Diversity)		0.743	0.757	0.838	0.528	0.466	0.730	0.529	0.651	0.577	0.458	0.593	0.639
우점도 지수 (Dominance)		0.214	0.315	0.264	0.518	0.592	0.359	0.431	0.280	0.339	0.551	0.383	0.284
균등도 지수 (Evenness)		0.779	0.603	0.615	0.388	0.379	0.516	0.430	0.485	0.413	0.358	0.419	0.413

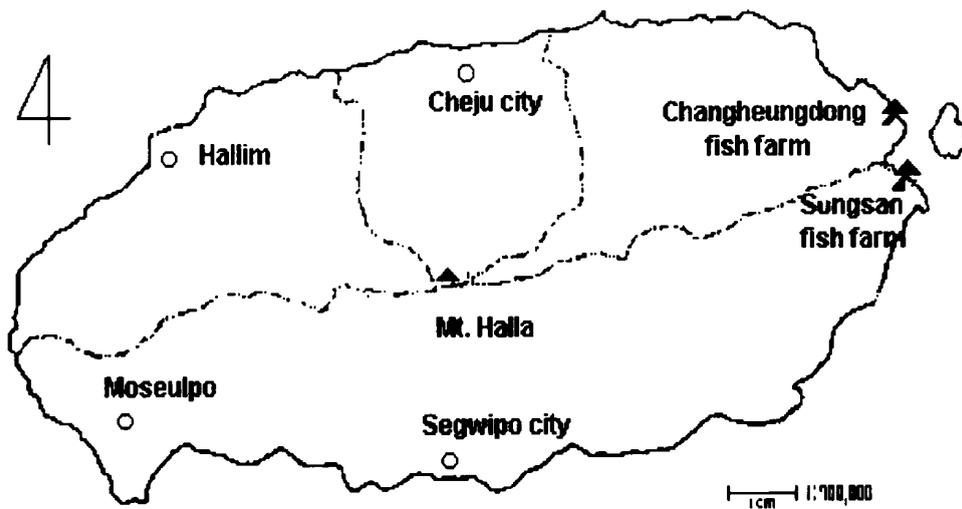


Fig. 1. Map of the Cheju Island. The arrows show the survey regions.



1 : 50,000
 Fig. 2. Map of the Sungsan fish farm. Black circles indicate observation points for birds.



1 : 50,000
 Fig. 3. Map of the Changheungdong fish farms.

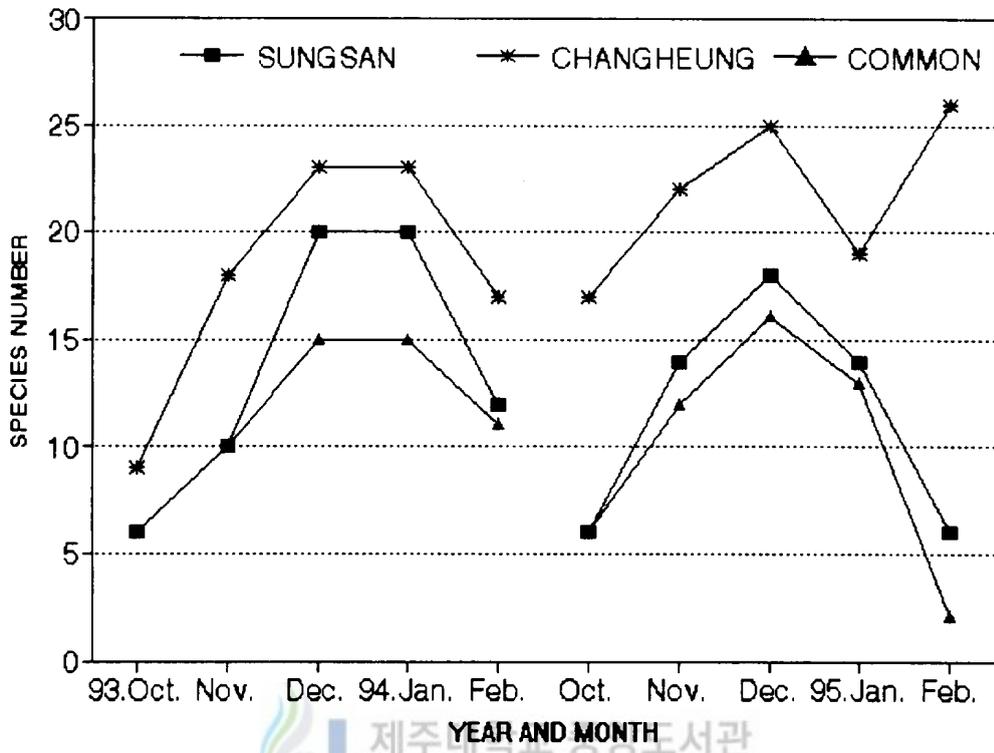


Fig. 4. Monthly species number of the birds observed at the survey areas.

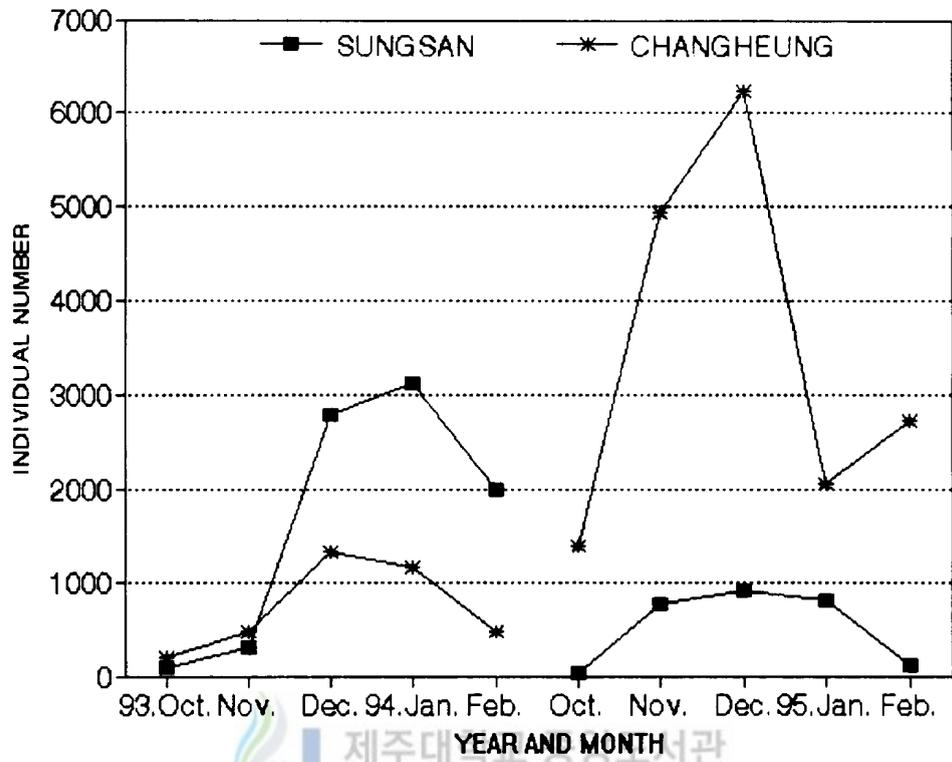


Fig. 5. Monthly individual number of the birds observed at the survey areas.

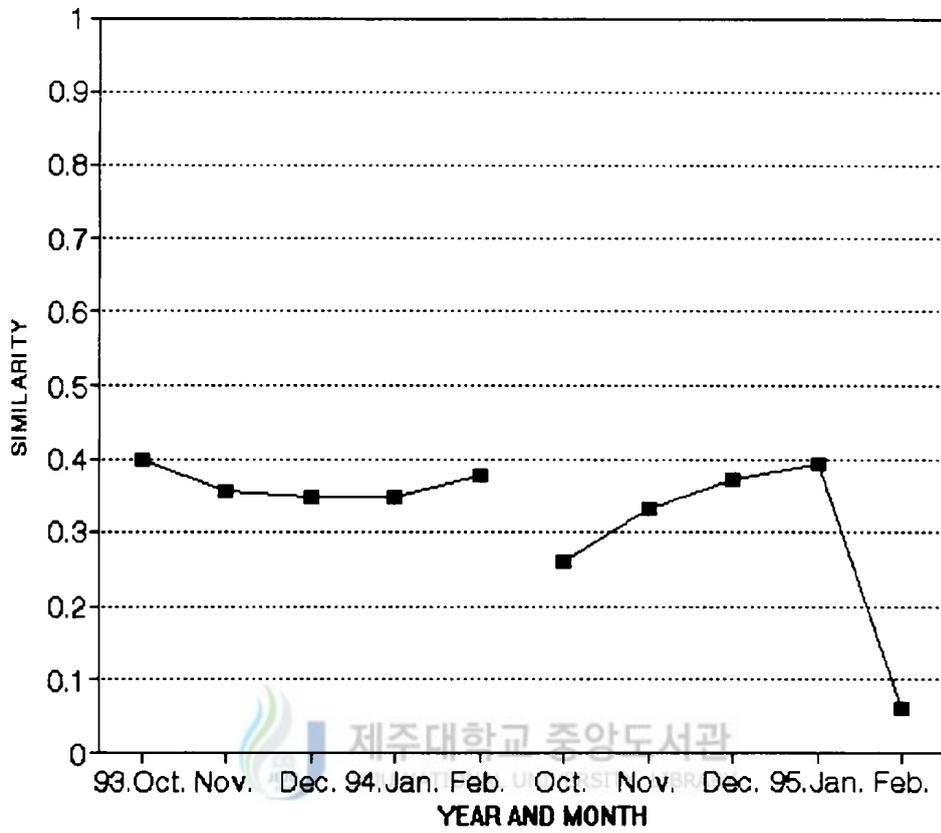


Fig. 6. Monthly similarity of the birds observed at the survey areas.

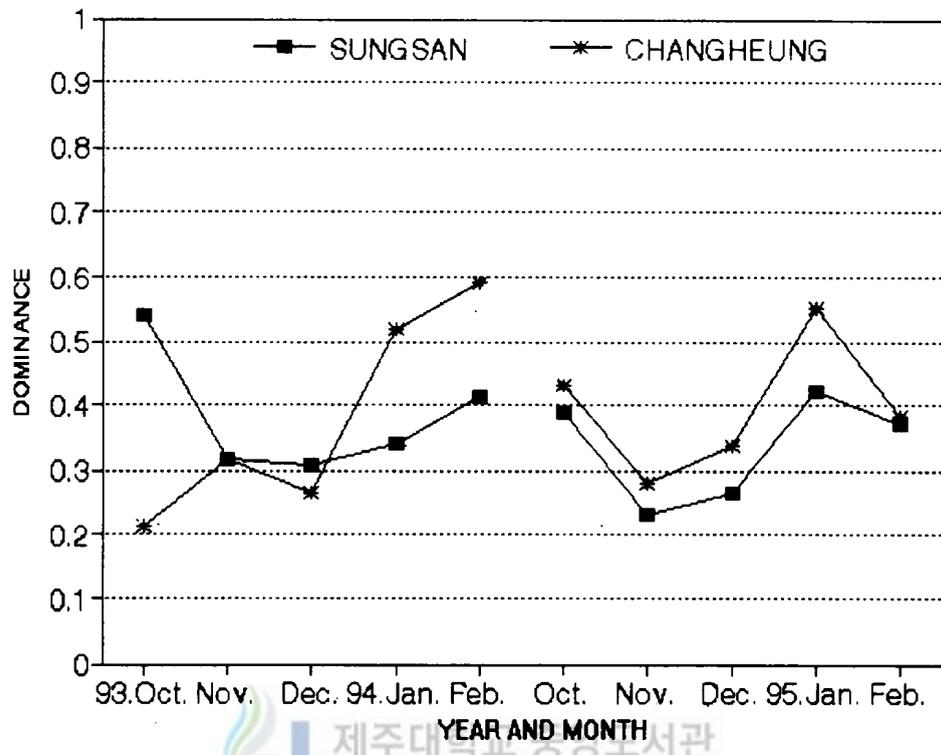


Fig. 7. Monthly dominnavce of the birds observed at the survey areas.

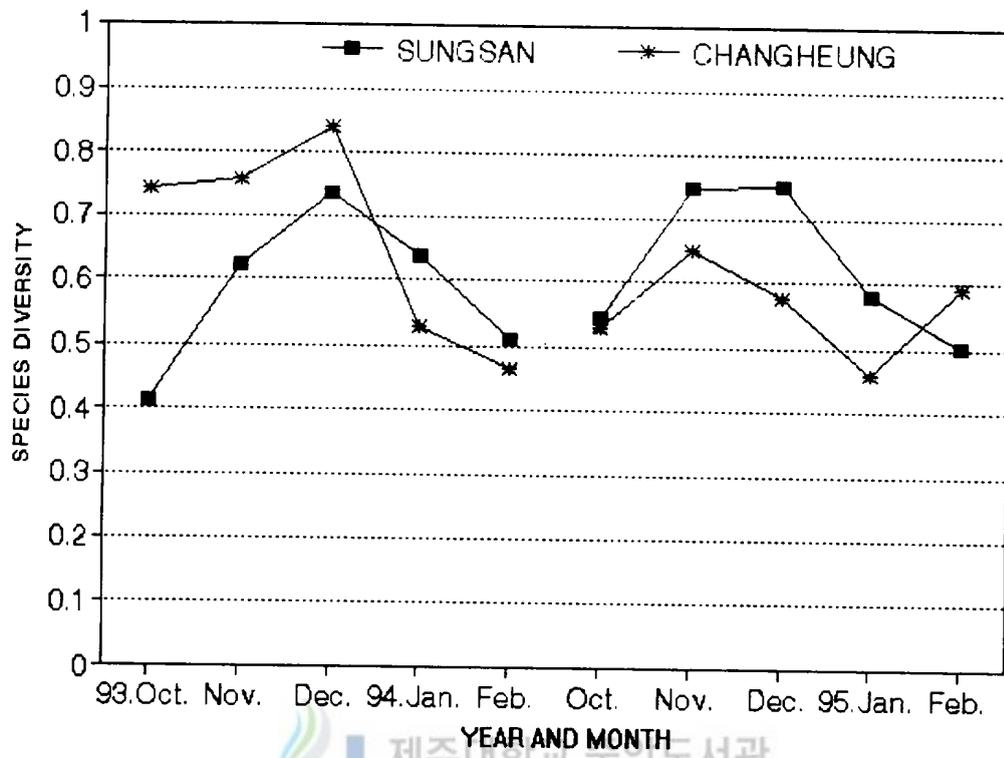


Fig. 8. Monthly species diversity of the birds observed at the survey areas.

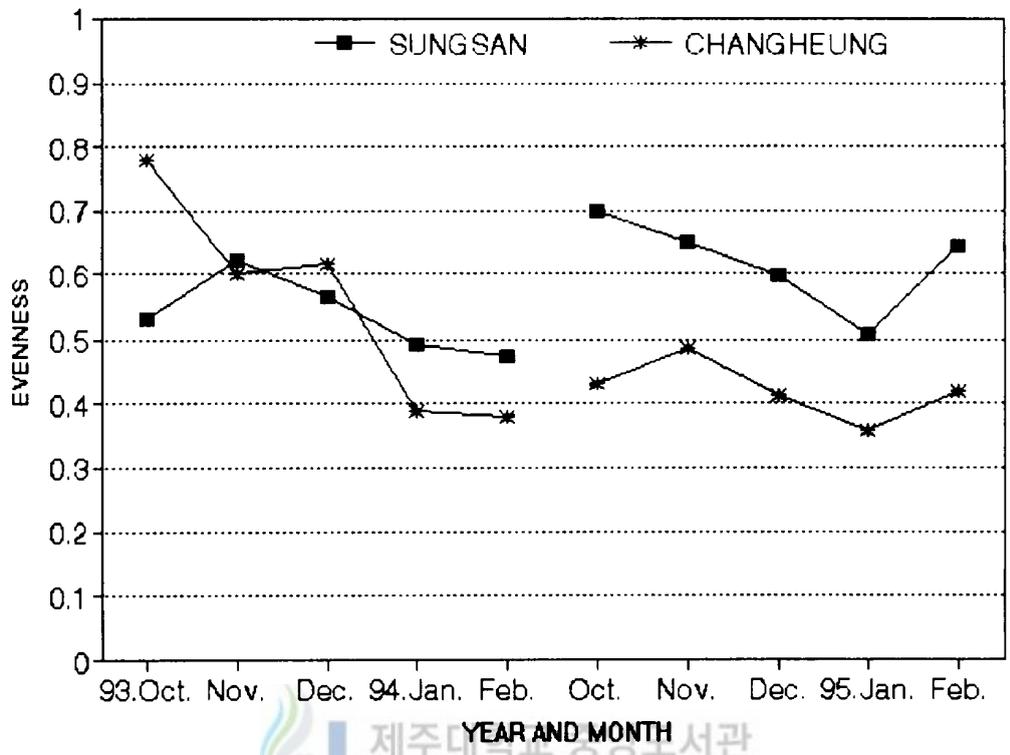


Fig. 9. Monthly evenness of the birds observed at the survey areas.

感謝의 글

本 論文이 完成되기까지 시종 勞苦를 아끼지 않고 指導와 激勵을 해주신 朴 行信 指導教授님을 비롯하여 많은 指導와 助言을 해주신 金源澤 教授님, 鄭忠 德 教授님, 吳德鐵 教授님께 감사 드립니다.

그리고 論文 整理에 많은 도움을 준 吳弘植 선생님을 비롯하여 김완병, 강효 식 선생님 그리고 英文 原稿 訂正에 많은 도움을 주신 양문종 선생님 또한 調査 資料 整理를 도와준 윤용근, 박정용, 김은미, 부미숙 후배에게도 이 지면을 빌어 고마움을 전합니다.

끝으로 본 研究課程 중 가정에 소홀했음에도 불구하고 항상 이를 忍耐해준 아내와 어머니, 그리고 형님, 동생 가족들에게도 感謝를 드립니다.

